

prof. dr hab. Stanisław Walukiewicz

Instytut Badań Systemowych PAN

Kapitał ludzki w pomiarze dydaktycznym

Wstęp

W artykule stawiamy tezę, iż warto szerzej wprowadzić dwa ściśle ze sobą powiązane pojęcia: kapitał ludzki i kapitał społeczny do szeroko rozumianej edukacji z dwóch zasadniczych powodów.

Po pierwsze, szkołę średnią można traktować jako inwestycję w kapitał ludzki każdego z nas. Wtedy w naturalny sposób pojawia się pytanie o efektywność tej inwestycji, niezależnie od tego, czy dana szkoła jest szkołą publiczną, czy też prywatną. Powszechnie wiadomo, że edukacja, szczególnie dobra edukacja, kosztuje i będzie w przyszłości kosztować coraz więcej, co dodatkowo wzmacnia aktualność pytania o efektywność tego sektora gospodarki. Jako podstawę do pomiaru efektywności edukacji proponujemy przyjąć zmianę wartości kapitału ludzkiego danego ucznia lub odpowiednio zdefiniowanej grupy uczniów w określonym czasie. Dziś wymaganie, aby mierzyć tę zmianę wartości w jednostkach monetarnych, jest nierealne, dlatego proponujemy, by mierzyć ją w stopniach, staninach, procentach itp., tak jak postępuje się dotychczas ze wszystkimi miarami postępu dydaktycznego ucznia lub uczniów. W tym artykule pokażemy, że tak rozumiana zmiana wartości kapitału ludzkiego jest najbardziej ogólną miarą postępu dydaktycznego i obejmuje wszystkie dotychczas stosowane miary.

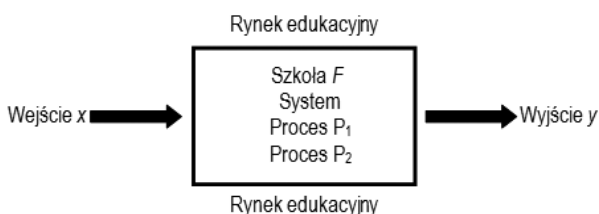
Po drugie, wirtualna taśma produkcyjna (patrz Walukiewicz, 2006, 2009) jest odpowiednim narzędziem (modelem) do analizy procesów dydaktycznych i tym samym do oceny efektywności inwestycji w kapitał ludzki na poziomie szkoły średniej. Na zakończenie pokażemy, że z tej analizy wynikają ciekawe wnioski dla systemu edukacji, traktowanego jako jedna, logicznie spójna całość.

By zachować ciągłość i zwartość wykładu, nasze rozważania rozpoczynamy od omówienia założeń i definicji.

1. Podstawowe założenia i definicje

W naszych badaniach wygodnie jest rozpatrywać szkołę (średnią) jako **system** działający na odpowiednio zdefiniowanym **ryнку edukacyjnym**, stanowiącym jego otoczenie. Celem działania/istnienia szkoły jest szeroko rozumiany sukces na tym rynku, na przykład poprawa/utrzymanie poziomu kształcenia, co może znaleźć swoje odbicie w określonych rankingach, spełnienie zaleceń władz oświatowych itp. Zakładamy, że ten rynek jest częścią (sektorem) gospodarki (ryнку społeczno-ekonomicznego) i znajduje się w stanie równowagi, tj. miary sukcesu są określone, stabilne i takie same dla wszystkich szkół. Zatem w naszych rozważaniach szkołę tratujemy jako **firmę F (szkoła F)**, to znaczy jako uczestnika/element tego rynku (Walukiewicz, 2010).

Zakładamy, że w rozważanej szkole (systemie) zachodzą **twórcze procesy dydaktyczne** (wre praca twórcza), z których dwa będziemy analizowali szczególnie: **Proces P1** – znane od stuleci **nauczanie poszczególnych przedmiotów**, takich jak język polski, matematyka itp. oraz silnie ostatnio propagowany **Proces P2** – **nauczanie umiejętności**, takich jak umiejętności poznawcze, umiejętności analityczne, umiejętności pracy w zespole itp., co pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Szkoła jako system

Zauważmy, że szkoła spełnia wszystkie wymagania, jakie postawiliśmy w definicji firmy F (Walukiewicz, 2010), a mianowicie ma cel istnienia/działania, który omówiliśmy powyżej oraz system rachunkowości narzucony przez władze oświatowe szkołom publicznym, a przez właścicieli szkołom prywatnym. W tym kontekście klasa (szkolna) nie jest firmą F , gdyż nie ma własnego celu, a musi realizować cel szkoły. Klasa szkolna nie ma też własnego systemu rachunkowości. Zatem badając efektywność inwestycji w kapitał ludzki, należy brać pod uwagę tę efektywność w danej szkole lub w odpowiednio zdefiniowanym zbiorze szkół, na przykład szkół w danym powiecie, województwie itp., ale nigdy nie badać tej efektywności w danej klasie. By uniknąć nieporozumień, mówimy o efektywności inwestycji w kapitał ludzki, a nie o jakimś wewnątrzszkolnym, międzyklasowym konkursie.

Naturalną jednostką czasu dla obu procesów jest rok szkolny, który w Polsce trwa od 1 września do przedostatniego tygodnia czerwca następnego roku. W analizie procesu P1 interesuje nas, jak zmieniła się wartość kapitału ludzkiego danego ucznia (Janka Kowalskiego) w wyniku tego procesu w określonym czasie, na przykład w danym gimnazjum, lub wartość kapitału ludzkiego odpowiednio określonej grupy uczniów (uczniowie danej szkoły, zbioru szkół podlegających danemu kuratorium itp.). Inaczej rzecz ujmując, w procesie P1 badamy kapitał ludzki zarówno w liczbie pojedynczej (Janek Kowalski jako nośnik jego kapitału ludzkiego), jak i mnogiej (klasa, szkoła, zbiór szkół). Zatem kapitał ludzki ucznia jest tematem tego artykułu i zdefiniujemy go w sposób następujący:

Definicja 1

Kapitał ludzki ucznia to wszystkie, ale to absolutnie wszystkie zasoby niematerialne kojarzone tu i teraz z danym uczniem jako samodzielną istotą ludzką.

W analizie kapitału ludzkiego danego ucznia wyróżniamy pięć jego zasadniczych składowych:

- a. **Szeroko rozumianą wiedzę**, szczególnie z zakresu sprawdzanego na oficjalnych egzaminach, testach itp.
- b. **Wszelkiego rodzaju umiejętności i zdolności**, takie jak zdolności artystyczne (muzyka, rysunek/malarstwo, sport itp.), matematyczne, informatyczne czy w zakresie innych przedmiotów.
- c. **Talent**, rozumiany nie tylko jako posiadanie pewnych umiejętności czy zdolności w szczególnie wysokim stopniu, ale również jako posiadanie pewnych przymiotów (fenomenalna pamięć, atrakcyjny wygląd, absolutny słuch itp.) w stopniu znacznie przekraczającym tzw. średnią. Są to oczywiście wszystko oceny typu tu i teraz. Chodzi w nich o jak najwcześniejsze wyselekcjonowanie utalentowanych uczniów i otoczenie ich możliwie wszechstronną opieką.
- d. **Szeroko rozumiane zdrowie i nastawienie do życia**. Ta składowa obejmuje nie tylko podstawowe dane zdrowotne ucznia (wzrost, waga, pojemność płuc, przebyte choroby, wyniki sprawdzianów sprawności fizycznej itp.), ale również jego energię życiową, podejście do własnego zdrowia i rozwoju osobowości, na przykład na ile posiadał i stosuje w praktyce wiedzę o tym, co szkodzi, a co pomaga jego zdrowiu.
- e. **Umiejętności i zdolności do pracy zespołowej**, łącznie ze zdolnościami przywódczymi, nastawieniem do pracy społecznej, wolontariatu itp.

Podkreślmy, że słowo „kapitał” w definicji 1 używamy w pełni świadomie z dwóch zasadniczych powodów: Po pierwsze, jak pokazaliśmy w naszych wspomnianych pracach, kapitał ludzki ma wiele wspólnych cech z pozostałymi trzema formami kapitału (kapitał finansowy, materialny i społeczny) i tak jak one powinien być mierzony (ściśle mówiąc jego wartość) w jednostkach monetarnych. Dziś jest on bardzo często mierzony w punktach, staninach, stopniach itp., które są później nieraz przeliczane na pieniądze, na przykład na wynagrodzenia za pracę. Po drugie, z faktu, że dziś nie potrafimy zmierzyć np. energii życiowej danego ucznia (punkt **d** powyższej definicji) nie należy wyciągać wniosku, że tak będzie zawsze. Zdaniem autora, jeżeli energia życiowa ucznia okaże się ważną składową jego kapitału ludzkiego, to opracowanie odpowiednich miar/wskaźników oraz metodologii jej pomiaru, na przykład za pomocą ankiet, jest tylko kwestią czasu. W definicji kapitału ludzkiego użyliśmy zwrotu „wszystkie, ale to absolutnie wszystkie”, gdyż nasza teoria nie wyklucza żadnej ze składowych tego kapitału, chociaż dziś nie wszystkie takie składowe potrafimy zmierzyć.

W powyższej definicji określiliśmy kapitał ludzki w liczbie pojedynczej, tj. kapitał ludzki danego ucznia. Z zasady ortogonalności (patrz Wałukiewicz, 2009a) wynika, że kapitały ludzkie poszczególnych uczniów są wzajemnie ortogonalne, a zatem ich wartości możemy dodawać i mówić o kapitale ludzkim w liczbie mnogiej, na przykład wartość kapitału ludzkiego klasy to suma wartości kapitałów ludzkich jej uczniów. Jak pokażemy to w punkcie 5., tak rozumiany kapitał ludzki w liczbie mnogiej jest bardzo blisko związany z efektywnością inwestycji w tę formę kapitału. Na przykład, w Harvard Business School za pewien wskaźnik efektywności inwestycji w kapitał ludzki

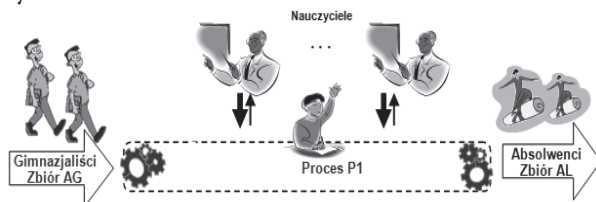
kandydatów, chcących studiować w tej uczelni, przyjmuje się wynagrodzenie uzyskiwane przez jej absolwentów w ich pierwszych miejscach pracy. Zatem są to pieniądze (efekt) i porównuje się je z nakładami (czesne, akademik, koszty utrzymania itp.) Takie porównanie stanowi istotę wskaźników efektywności inwestycji w kapitał ludzki.

Zarówno kapitał ludzki, jak i kapitał społeczny mają **własności kumulacyjne**, podobnie jak kapitał finansowy (pieniądze). W szkole uczniowie zwykle kumulują (powiększają) swoją wiedzę, umiejętności, talenty itp., chociaż nasza teoria nie wyklucza przypadku ubytku kapitału ludzkiego danego ucznia w określonym okresie czasu. Podobnie współpraca w zespole to zwykle wzrost jego kapitału społecznego. Łatwo sprawdzić, że w obu tych formach kapitału występuje podobny **efekt synergii**. Z naszych rozważań wynika też, iż kapitał ludzki jest **dobrem (kapitałem) prywatnym**, a kapitał społeczny jest **dobrem publicznym**.

2. Zastosowanie wirtualnej taśmy produkcyjnej w edukacji

Wirtualna taśma produkcyjna (WTP) została szczegółowo opisana w cytowanych wyżej pracach autora, jak również w zbiorze referatów ubiegłorocznej konferencji. W tym punkcie będziemy analizowali proces P1 – nauczanie przedmiotów (nauczanie przedmiotowe) w szkole średniej, ściślej mówiąc w szkole ponadgimnazjalnej, za pomocą WTP przedstawionej na rysunku 2. Na wejściu tej taśmy mamy uczniów w wieku 16 lat, którzy w roku (szkolnym) t_1 rozpoczynają naukę w naszej szkole i którzy w końcu roku t_0 zdali egzamin gimnazjalny. Zakładamy, że w końcu roku t_k będą oni zdawali maturę. Zatem nasza WTP w procesie P1 transformuje (przeprowadza) w ciągu k lat absolwentów gimnazjum, którzy zostali przyjęci do rozważanej szkoły (ich zbiór będziemy oznaczali symbolem AG – absolwenci gimnazjum) w zbiór AL – absolwentów liceum. Różnica $t_k - t_1$ równa się 3 lub 4 lata w zależności od charakteru szkoły ponadgimnazjalnej. Zatem WTP biegnie 3 lub 4 lata, realizując proces P1.

W procesie P1 na danej WTP uczniowie uczą się od nauczycieli poszczególnych przedmiotów w określonej kolejności, zakresie, obciążeniu dydaktycznym itp. Zakładamy zatem, że każdy przedmiot na WTP ma swoją metryczkę (wykładowca/wykładowcy, podręcznik, literatura dodatkowa, przedmioty powiązane tematycznie z danym wykładem, liczba godzin, sprawdziany, egzaminy itp.) W tym kontekście termin „przedmiot” odpowiada pojęciu „zadanie”, zdefiniowanemu w wspomnianych pracach. Zatem na danej WTP realizuje się proces dydaktyczny (proces P1), który dzieli się na przedmioty (zadania), tak jak to pokazano na rysunku 3a.

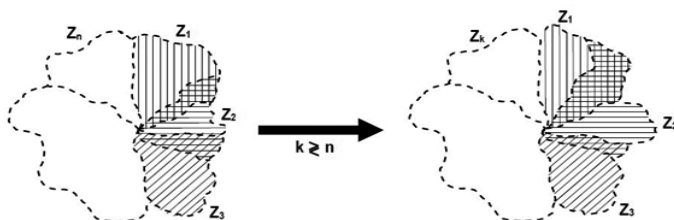


Rys. 2. WTP dla Procesu P1 (Wiktorzak, 2009)

Należy z całą mocą podkreślić, że uczniowie są traktowani na WTP jako istoty ludzkie, które czują, przeżywają itp., a nie jak części jakiejś maszyny, chociaż istnieje oczywista asymetria w ilości informacji przekazywanych przez nauczycieli uczniom i odwrotnie, co zobrazowaliśmy, różnicując grubości strzałek na rysunku 2. Cienka strzałka na rysunku 2. może między innymi zawierać informacje, wnioski czy sugestie płynące od samorządu uczniowskiego do nauczycieli. Nauczyciele pełnią w tym modelu rolę łącznika między szkołą F (patrz rysunek 1.), traktowaną jako system, a jego szeroko rozumianym otoczeniem (rynkem edukacyjnym), które tworzą rodzice uczniów, władze oświatowe różnych szczebli, organizacje współpracujące z edukacją, lokalne społeczności itp.

Należy również zauważyć, że WTP nie zawęża procesu dydaktycznego do ciągu „suchych” wykładów. Wprost przeciwnie, WTP pozwala spojrzeć z nowej perspektywy na całą złożoność procesu edukacyjno-wychowawczego w szkole średniej, tu nazwanego skrótowo procesem P1. Samoorganizacja WTP daje nauczycielom do ręki niezwykle efektywne narzędzie do wprowadzenia ewentualnych zmian i korekt w tym złożonym procesie, zmian wynikających z potrzeb tu i teraz. Na przykład coraz więcej polskich szkół wprowadza dzienniki elektroniczne, co teoretycznie daje podstawy do rejestracji wszystkich składowych kapitału ludzkiego danego ucznia, podanych w definicji 1. Stawia to szereg kwestii prawnych i etycznych (kto powinien mieć dostęp do poszczególnych danych?, jak je przechowywać? itp.), którymi tu nie będziemy się zajmować z oczywistych względów. Jeszcze jednym przykładem jest coraz powszechniejsze wykorzystywanie Internetu do utrzymywania regularnych roboczych kontaktów z rodzicami uczniów.

Zauważmy, że WTP w odróżnieniu od klasycznej taśmy produkcyjnej nie musi być **liniowa**, gdyż dany nauczyciel może uczyć kilku przedmiotów, na przykład w jednym roku fizyki, a w następnym roku chemii. Nakładanie się zadań (przedmiotów) - patrz rysunek 3a - może być celowe z punktu widzenia dydaktyki, gdyż ma na przykład wyrobić u uczniów przekonanie, że edukacja jest jedną zwartą logicznie, spójną całością, a nie zbiorem „ważnych” i „nieważnych” przedmiotów. W tym przypadku **samoorganizacja WTP** może oznaczać na przykład zmianę zakresu niektórych przedmiotów, ponieważ dla danych uczniów pewne partie materiału okazały się trudniejsze/łatwiejsze niż początkowo zakładano, lub zmianę kolejności ich nauczania. Rysunek 3b pokazuje na przykład, że po samoorganizacji wspólne pole zainteresowań przedmiotów (zadań) Z_1 oraz Z_2 wzrosło, a między przedmiotami Z_2 oraz Z_3 zmalało.



Rys. 3. Samoorganizacja procesu P1

Podsumowując, w procesie P1 na WTP nauczyciele uczą poszczególnych przedmiotów po to, aby zwiększyć wartość kapitału ludzkiego uczniów na wyjściu z systemu (po maturze) w porównaniu z sytuacją na jego wejściu. Oczywiście nasza teoria nie wyklucza przypadku, gdy zamiast przyrostu wartości kapitału ludzkiego wystąpił ubytek/spadek wartości tego kapitału, tj. ujemny przyrost. Zagadnienia te będziemy analizowali w następnym punkcie.

3. Pomiar dydaktyczny

Dla naszych celów zdefiniujemy **pomiar dydaktyczny** jako procedurę zajmującą się metodologią pomiaru osiągnięć uczniów w procesie dydaktycznym, w naszej terminologii w procesie P1. Najpierw przedstawimy tę metodologię zarówno dla przypadku kapitału ludzkiego danego ucznia (kapitał ludzki w liczbie pojedynczej), jak też kapitału ludzkiego danej grupy uczniów (kapitał ludzki w liczbie mnogiej), a potem, w następnym punkcie, pokażemy, że nasza metodologia obejmuje wszystkie dotychczas stosowane miary osiągnięć uczniów.

Niech $v(KL, S_i, t)$ oznacza wartość kapitału ludzkiego ucznia (studenta) S_i w końcu roku (szkolnego) t . Dla $t = t_0$ mamy wartość kapitału ludzkiego tego ucznia po egzaminie gimnazjalnym, tj. na wejściu naszej WTP lub na początku edukacji w szkole ponadgimnazjalnej, a dla $t = t_k$ wartość tego kapitału na wyjściu WTP, tj. po zakończeniu wszystkich egzaminów maturalnych.

Definicja 2

Bezwzględny przyrost wartości kapitału ludzkiego ucznia S_i , oznaczony jako v_i , to różnica wartości tego kapitału na wyjściu i wejściu WTP realizującej proces P1, tj.

$$v_i = v(KL, S_i, T_k) - v(KL, S_i, T_0) \quad (1)$$

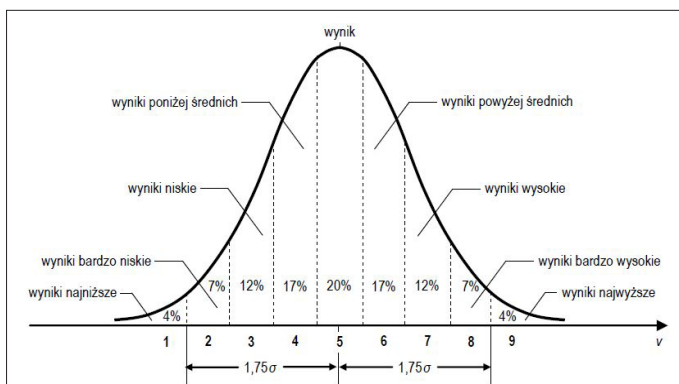
Miara ta ma stosunkowo małą wartość poznawczą i w praktyce korzystamy ze **względnych miar przyrostu wartości kapitału ludzkiego**, które mówią, jak dany uczeń (ściśle mówiąc przyrost/ubytek jego kapitału ludzkiego) wygląda na tle klasy, szkoły, regionu czy kraju. Bez straty ogólności rozważań możemy założyć, że licznosci obu zbiorów AG (na wejściu WTP) oraz AL (na wyjściu WTP) są równe n . Zauważmy, że WTP transformuje rozkład wartości kapitału ludzkiego uczniów ze zbioru AG w rozkład wartości tego kapitału dla uczniów ze zbioru AL. Każdy rozkład możemy opisać za pomocą wielu parametrów znanych ze statystyki, na przykład takich jak **wartość średnia wartości kapitału ludzkiego dla danego t** , definiowany jako

$$\bar{v}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v(KL, S_i, t) \quad (2)$$

lub też odchylenie standardowe

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [v(KL, S_i, t) - \bar{v}_t]^2} \quad (3)$$

Jak już mówiliśmy, dziś i w dającej się przewidzieć przyszłości są małe szanse na to, aby wartość kapitału ludzkiego ucznia szkoły średniej była mierzona w jednostkach monetarnych, gdyż nie ma potrzeby i przyzwolenia społecznego na taką zmianę. Obecnie w Polsce jest ona mierzona niemal zawsze w stopniach, od jedynki do szóstki. Jest to zbyt zgrubna gradacja, dlatego nauczyciele powszechnie używają dodatkowych znaków „+” oraz „-” w swoich ocenach. Stąd wzięło się słynne „trzy na szynach” (3=). Niezależnie od tego, w jakich jednostkach będziemy mierzyli wartość kapitału ludzkiego danego ucznia na wejściu i wyjściu WTP (w stopniach, punktach, procentach itp.), to dla dostatecznie dużego n możemy wyniki egzaminów traktować jako pewien rozkład zmiennej losowej $v(KL, S_p, t)$. Najlepiej znanym i najczęściej stosowanym rozkładem jest **rozkład normalny** lub **rozkład Gaussa**, pokazany na rysunku 4. Bardzo często rozkład ten przyjmuje się jako pierwsze przybliżenie wszelkich innych rozkładów. My też tak zrobimy, aby opisać istotę pomiarów względnych. Dalej będziemy opuszczać indeks „ t ”, gdy nie prowadzi to do nieporozumień.



Rys. 4. Rozkład normalny i jego opis w skali staninowej

Wiadomo ze statystyki, że rozkład normalny (**krzywa Gaussa**) z rysunku 4. spełnia równanie

$$y = f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

Pole pod tą krzywą reprezentuje prawdopodobieństwo wystąpienia wszystkich możliwych wartości kapitału ludzkiego w badanej populacji n uczniów (na przykład szkoły). Dlatego jego powierzchnia jest równa 1, tj. prawdopodobieństwu wystąpienia zdarzenia pewnego. Zatem

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(v)dv = 1 = 100\% \quad (5)$$

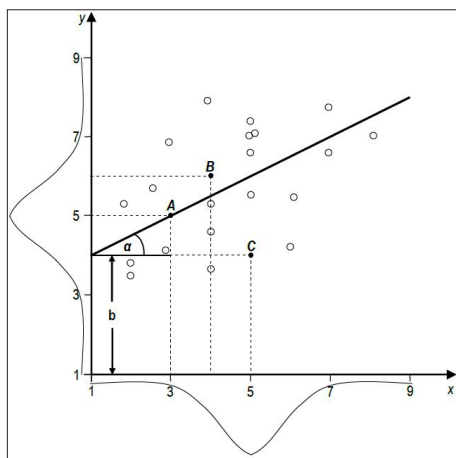
Mówimy, że **rozkład Gaussa** jest **znormalizowany**, gdy jego wartość średnia jest równa zero (w naszej terminologii to oznacza, że $\bar{v} = 0$), a odchylenie standardowe jest równe jedności ($\sigma = 1$). Każdy rozkład można znormalizować, dokonując odpowiedniej transformacji liniowej zmiennej v , a mianowicie

$$x = \frac{v - \bar{v}}{\sigma} \quad (6)$$

Operowanie krzywą Gaussa nawet w postaci znormalizowanej jest nieporęczne w codziennej praktyce nauczycielskiej. Dlatego w 1942 roku Joy Paul Guilford z Wielkiej Brytanii zaproponował **skalę staninową** (od ang. *standard nine*) jako narzędzie do pomiaru dydaktycznego. Narzędzie to, zwane też **standardową dziewiątką**, szybko stało się popularne, szczególnie w krajach anglojęzycznych. Istota skali staninowej polega na podziale pola pod krzywą Gaussa na 9 sektorów, nazwanych **staninami**, pokazanych na rysunku 4. Staniny są numerowane od lewej numerami 1, 2, ..., 9 i układają się one symetrycznie względem wartości średniej \bar{v} . Szerokości wszystkich staninów, z wyjątkiem dwóch staninów skrajnych o numerach 1 oraz 9, są takie same i równe połowie odchylenia standardowego. Dwa skrajne staniny są nieskończenie szerokie, co oznacza, że nie ma żadnych teoretycznie uzasadnionych granic zarówno na wyniki bardzo złe, jak i na wyniki bardzo dobre, ale prawdopodobieństwo ich wystąpienia maleje asymptotycznie do zera ze wzrostem odległości tego wyniku od wyniku średniego \bar{v} .

Zatem w stanie 1, zajmującym 4% całego pola pod krzywą Gaussa, mieszczą się wyniki najsłabsze z możliwych, w stanie 5 (20% pola) mieszczą się wyniki średnie, a w stanie 9, zajmującym 4%, znajdują się wyniki najlepsze z możliwych. Rysunek 4. podaje nazwy (interpretacje) wszystkich dziewięciu staninów. Należy podkreślić, że skala staninowa to zgrubny (przybliżony) opis rozkładu Gaussa. Na przykład z faktu, że uczeń S_t na egzaminie w roku t , uzyskał 6 staninów, to znaczy $v(KL, S_t, t) = 6$, wynika, że 23% egzaminowanych uzyskało na tym egzaminie wynik lepszy niż S_t , natomiast 60% uczniów uzyskało wynik gorszy. Skala staninowa nie rozróżnia 17% wyników znajdujących się w tym stanie, gdyż w sensie tej oceny to są wyniki takie same, o tej samej wartości kapitału ludzkiego.

Na rysunku 5. wzdłuż osi x narysowano w staninach rozkład wyników badanej populacji n uczniów danej szkoły średniej na egzaminie gimnazjalnym, tj. na wejściu naszej WTP, a wzdłuż osi y rozkład wyników tej samej populacji na maturze (na wyjściu WTP). Oczywiście jest, że te dwa rozkłady są zależne, bo przedstawiają wyniki tych samych uczniów na dwóch różnych egzaminach. Zatem na rysunku 5. mamy zbiór n punktów w układzie xOy , gdzie x jest wynikiem w staninach danego ucznia na egzaminie gimnazjalnym, tj. na wejściu WTP, natomiast y – wynikiem w staninach tego samego ucznia na maturze, tj. na wyjściu WTP. Naszym zadaniem jest znalezienie zależności, jak wyjście zależy od wejścia, to znaczy znalezienie funkcji f takiej, że $y = f(x)$. Mówimy wtedy, że funkcja f **aproksymuje** (przybliża) zbiór punktów na rysunku 5.



Rys. 5. Istota regresji liniowej

Najprostszą taką funkcją jest zależność liniowa, pokazana na rysunku 5. jako **linia (prosta) regresji**. Linia regresji ma tę własność, że suma odległości wszystkich n punktów od niej jest najmniejsza z możliwych. Inaczej rzecz ujmując, linia regresji najlepiej w tym sensie aproksymuje dany zbiór punktów. Ze statystyki wiadomo, że aby wyznaczyć linię regresji, która odwzorowuje wejście w wyjście, należy obliczyć **współczynnik korelacji Pearsona** według wzoru:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n [v(KL, S_i, t_k) - \bar{v}_k][v(KL, S_i, t_0) - \bar{v}_0]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n [v(KL, S_i, t_k) - \bar{v}_k]^2 [v(KL, S_i, t_0) - \bar{v}_0]^2}}$$

Wtedy wartości na wyjściu WTP są związane z wartościami na wejściu następującą zależnością liniową:

$$v - \bar{v}_k = r[v - \bar{v}_0] + W(F, t_k), \quad (7)$$

gdzie $W(F, t_k)$ jest **wkładem szkoły F** w przyrost wartości kapitału ludzkiego ucznia S_i w procesie P1. W statystyce wyznaczanie równania (7) nazywa się **regresją drugiego rodzaju**.

Z rysunku 5. możemy odczytać, że uczeń A uzyskał na maturze wynik średni (na prostej regresji), chociaż na egzaminie gimnazjalnym miał/uzyskał stanin 3 (jego wyniki mieściły się w staninie 3), a na maturze 5. Ten pozorny paradoks wynika z faktu, że chociaż uczeń A bezwzględnie się poprawił, to inni, w tej konkretnej szkole, poprawili się jeszcze bardziej. Podobnie uczeń B uzyskał na maturze wynik powyżej średniej (punkt B znajduje się nad prostą regresji), natomiast uczeń C – poniżej średniej.

W powyższej analizie porównywaliśmy wartości kapitału ludzkiego uczniów A , B oraz C w stosunku do linii regresji szkoły (zbiory AG oraz AL). Zatem były to **względne miary ich kapitału ludzkiego**. Zmieniając te zbiory, zmieniamy podstawę powyższych porównań. Jeśli na przykład zbiory AG oraz AL tworzą uczniowie wszystkich szkół ponadgimnazjalnych w danym powiecie, to powyższa analiza mówi, jak ci trzej uczniowie, a ściślej wartości ich kapitału ludzkiego, wyglądają w porównaniu z linią regresji (7) dla tego powiatu.

Równanie regresji (7) ma ciekawą interpretację graficzną. Jeżeli oznaczymy $x = v - v_0$ oraz $y = v - v_k$, to równanie prostej regresji przyjmie postać:

$$y = rx + W(F, t) \quad (8)$$

gdzie $r = \operatorname{tg} \alpha$, natomiast $b = V(F, t)$ – patrz rysunek 5. Zatem współczynnik korelacji Pearsona to tangens kąta nachylenia prostej regresji, a wkład szkoły to wyraz wolny w równaniu regresji (8).

Podsumowując, **wkład szkoły** lub odcinek b na rysunku 5. to rezultat aproksymacji zbioru wyników na płaszczyźnie xOy linią regresji, która przecina oś y na wysokości b . Wkład szkoły jest zatem pewną oceną zbiorczą procesu P1, wynikiem analizy wejście-wyjście systemu na rysunku 1. (naszej szkoły F) lub WTP realizującej ten proces. Należy podkreślić, że wkład szkoły jest z definicji obciążony błędem aproksymacji, tj. zastąpienia zbioru punktów na płaszczyźnie jedną linią – linią regresji. W statystyce rozpatruje się zagadnienia aproksymacji danego zbioru punktów za pomocą na przykład linii łamanej lub krzywej (parabola, hiperbola itp.). Pojawia się wtedy problem, jak zdefiniować najlepszą aproksymację w takim przypadku. Wielką zaletą prostej regresji jest fakt, iż jest to najlepsza liniowa aproksymacja danego zbioru, w tym sensie, że suma odległości wszystkich punktów od prostej regresji jest najmniejsza z możliwych.

Dotychczas rozpatrywaliśmy bezwzględne i względne miary kapitału ludzkiego danego ucznia (Janka Kowalskiego), tj. kapitału ludzkiego w liczbie pojedynczej. Miarą bezwzględną jest przyrost/ubytek wartości kapitału ludzkiego danego ucznia w szkole F zdefiniowany w (1) jako różnica między wyjściem i wejściem odpowiedniej WTP. Miarą względną jest porównanie wartości kapitału ludzkiego danego ucznia z prostą regresji, wyznaczoną dla danej klasy, szkoły, powiatu itp. Z kapitałem ludzkim w liczbie mnogiej postępujemy analogicznie jak z jego odpowiednikiem w liczbie pojedynczej. By uprościć rozważania, skoncentrujemy się tylko na przypadku szkoły F liczącej n uczniów.

Definicja 3

Przyrost kapitału ludzkiego szkoły F w procesie P1, będziemy go oznaczać symbolem δV , to różnica między wyjściem i wejściem odpowiedniej WTP, tj.

$$\delta V = V(KL, F, t_k) - V(KL, F, t_0) \quad (9)$$

gdzie:

$$V(KL, F, t_0) = \sum_{i=1}^n v(KL, S_i, t_0), \quad (10)$$

$$V(KL, F, t_k) = \sum_{i=1}^n v(KL, S_i, t_k). \quad (11)$$

Podobnie jak w przypadku kapitału ludzkiego w liczbie pojedynczej wielkość ta niesie ograniczoną informację o pracy danej szkoły, gdyż w oczywisty sposób zależy od liczby uczniów n . Więcej informacji niesie przyrost wartości kapitału ludzkiego szkoły przypadający na jednego ucznia, definiowany jako

$$\bar{\delta V} = \frac{1}{n} \delta V \quad (12)$$

Podstawiając (10) oraz (11) do (12), otrzymujemy

$$\bar{\delta V} = \bar{v}_k - \bar{v}_0 \quad (13)$$

Zatem przyrost wartości kapitału ludzkiego szkoły przypadający na jednego ucznia jest równy różnicy średnich kapitałów ludzkich (2) na wyjściu i wejściu odpowiedniej WTP. Należy dodać, że pewną miarą zbiorczą jest również wkład szkoły, zdefiniowany w (5).

4. Diagnostyka edukacyjna a badania systemowe w edukacji

Celem tego punktu jest pokazanie pewnej zbieżności diagnostyki edukacyjnej z badaniami systemowymi w edukacji. Należy wyraźnie zaznaczyć, że diagnostyka edukacyjna była pierwsza (Niemierko, 2009a, 2009b).

Najogólniej rzecz biorąc, diagnostyka edukacyjna dotyczy każdego uczącego się człowieka. Wiadomo, że ludzie uczą się różnie, w różnym stopniu przyswajają podawaną wiedzę itp. **Diagnozą edukacyjną** nazwiemy uściślone rozpoznanie warunków, przebiegu i efektów procesu uczenia się danej osoby (w naszej terminologii pracy/przebiegu WTP opisującej ten proces). **Diagnostyka edukacyjna** to teoria tej diagnozy. Z oczywistych względów interesuje nas przede wszystkim diagnostyka edukacyjna w szkole średniej, stosowana w sposób ciągły, systemowy, a nie incydentalny, na przykład, by odpowiedzieć na szczegółowe pytanie: dlaczego Janek Kowalski źle się uczy? Tak rozumiana diagnostyka zajmuje się głównie pomiarem dydaktycznym.

Nauczyciele od dawien dawna zauważyli, że ocena (pracy) szkół na podstawie wyników matur jest wadliwa, bo nie odzwierciedla wkładu szkoły, który silnie zależy od tego, jakich uczniów szkoła otrzymuje z gimnazjum, na swoim wejściu. Zatem, oceniając wkład szkoły, należy przeprowadzić analizę typu wejście-wyjście. Pod koniec lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku wprowadzono pojęcie **edukacyjnej wartości dodanej (EWD)** jako przyrost/ubytek osiągnięć uczniów w wybranym zakresie programowym, który jest mierzony w dostatecznie długim czasie, by być oszacowanym z wystarczającą dokładnością. Pojęcie to w oczywisty sposób nawiązuje do terminu wartość dodatkowa (dodana) i do powszechnie znanego skrótu VAT – *value added tax* – podatek

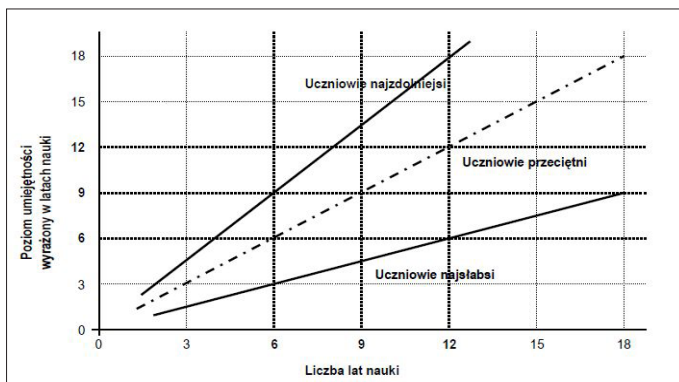
od wartości dodanej. Edukacyjną wartość dodaną wprowadzono pierwotnie jako miarę do oceny jakości pracy szkoły, a dopiero później jako kryterium do oceny osiągnięć pojedynczego ucznia, a więc odwrotnie niż my w definicjach 2 oraz 3. Zauważmy jeszcze, że edukacyjna wartość dodana mierzy zmianę w „wybranym zakresie programowym”, co w praktyce oznacza przyrost/ubytek wiedzy ucznia/uczniów z wybranych przedmiotów, podczas gdy kapitał ludzki ucznia (definicja 1) jest pojęciem ogólniejszym.

Próby wykorzystania EWD do oceny osiągnięć pojedynczych uczniów są dopiero w zarodku. Podstawowa przyczyna takiego stanu rzeczy, zdaniem autora, wynika z faktu, że na różnych poziomach edukacji uczniowie są oceniani z wielu przedmiotów w różnych miarach (w staninach, procentach, stopniach itp.)

Inną próbą pomiaru osiągnięć pojedynczego ucznia są **metody skalowania pionowego** wzorowane na pomiarze inteligencji, w których mierzy się zawsze te same umiejętności, na przykład rozumienie przeczytanego tekstu, umiejętności analitycznego myślenia itp. Inaczej mówiąc, nie sprawdzamy, co uczeń wie na temat „Co poeta chciał powiedzieć?” w różnych epokach literackich, ale sprawdzamy w praktyce, jak dany uczeń rozwiązuje problemy (twórcze), które z biegiem lat nauki powinny być coraz trudniejsze, by pokazać jego rozwój. Ponieważ chcemy w ten sposób oceniać wszystkich uczniów w danej klasie, szkole czy kraju, to takie testy/egzaminacje muszą być w odpowiedni sposób standaryzowane lub normowane. Standaryzacja testów zwykle zniekształca ich wyniki, gdyż zbyt łatwe testy są źródłem „głupich” błędów (literówki, błędy rachunkowe itp.), szczególnie w przypadku najzdolniejszych uczniów, co może obniżyć ich wyniki. W tym miejscu warto odnotować ostatnie (rok 2010) osiągnięcie amerykańskich pedagogów. Zaproponowali oni, aby testy były na bieżąco oceniane przez komputer z odpowiednim oprogramowaniem i bazą danych. Na podstawie takiej oceny komputer (system) przysyła danemu uczniowi zadanie lub zadania, które są odpowiednio trudniejsze/latawsze niż ostatnio rozwiązywane. Pozwala to na pewną indywidualizację testów z zachowaniem porównywalności ich wyników. Jest to jeszcze jeden przykład wykorzystania teleinformatyki w edukacji. Co więcej, taki test/egzaminacja można interpretować jako wirtualną taśmę produkcyjną, na wejściu której są uczniowie przed testem, a na wyjściu – po teście. Oczywiście, taki test jest możliwy po wykonaniu przez nauczycieli ogromnej pracy – po zbudowaniu obszernej bazy danych (zadań) testowych i bogatego oprogramowania, umożliwiającego przeprowadzenie takich testów na bieżąco we wszystkich szkołach.

Indywidualizacja testów jest odpowiedzią na coraz powszechniej obserwowany **efekt wachlarzowy w edukacji**, którego istotę przedstawiliśmy na rysunku 6. Na osi poziomej odnotowujemy czas liczony w latach nauki w szkole, od pierwszej klasy podstawowej po maturę, a na osi pionowej mierzymy poziom umiejętności ucznia liczony w latach nauki. Z rysunku tego wynika, że po 12 latach nauki najzdolniejsi uczniowie mają umiejętności takie, jakby uczyli się 18 lat, tj. umiejętności takie, jakie miałby przeciętny uczeń po 18 latach nauki w szkole. Uczniowie najsłabsi po 12 latach nauki mają umiejętności na poziomie 6 lat nauki przeciętnego ucznia. Zatem można zdefiniować pojęcie **równoważnika klasy** jako miary rzeczywistej wiedzy ucznia. I tak, z rysunku 6. odczytujemy,

że po 6 latach nauki uczeń najzdolniejszy miał umiejętności jak średni uczeń w klasie dziewiątej (po 9 latach nauki), natomiast najslabszy uczeń miał takie umiejętności jak średni uczeń w klasie trzeciej (po 3 latach nauki).



Rys. 6. Efekt wachlarzowy w edukacji (Niemierko, 2009b)

Podsumowując, EWD, jak wszystkie wskaźniki wzorowane na pomiarze inteligencji, koncentruje się na tylko pierwszej składowej kapitału ludzkiego ucznia w definicji 1. Oznacza to, że dziś w praktyce pomiar zmian wartości kapitału ludzkiego ucznia opisany w punkcie 3. nie różniłby się od pomiaru EWD.

5. Efektywność edukacji

Zagadnienie efektywności inwestycji w edukacji jako jednym z wielu sektorów gospodarki rozbijemy na dwie kwestie:

- inwestycje w szkolnictwie podstawowym i średnim (gimnazjum, liceum),
- inwestycje w szkolnictwie wyższym.

Podział ten wynika z faktu, że w Polsce szkolnictwo podstawowe i średnie jest powszechne i w zasadzie bezpłatne, podczas gdy ponad 1/3 studentów studiuje na uczelniach niepaństwowych (prywatnych), płacąc za studia. Ktoś może powiedzieć, że są przecież w Polsce prywatne szkoły zarówno podstawowe, jak i średnie, ale jest to, zdaniem autora, wyjątek potwierdzający regułę. Zatem pierwsza kwestia sprowadza się do pytania: jak efektywnie inwestować (wydawać) pieniądze publiczne (podatników)? Z tym pytaniem jest nierozdzielnie związana kwestia, jak mierzyć efektywność pracy szkoły podstawowej lub średniej. Odpowiedź na to pytanie rozpoczniemy od krótkiego rysunku historycznego.

W końcu lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia, kiedy Stany Zjednoczone zaczęły wyraźnie przegrywać z ZSRR w rywalizacji o opanowanie kosmosu jako jedną z podstawowych przyczyn takiego stanu rzeczy wymieniano słabość amerykańskiej szkoły, szczególnie w nauczaniu przedmiotów ścisłych. W odpowiedzi na tę diagnozę, jako bezpośrednia inwestycja w edukację oraz w kapitał ludzki uczniów, do szkół popłynęły wartkim strumieniem federalne i stanowe dolary. Amerykanie nie tylko lubią być pierwszymi w różnych rankingach, ale też na czołowych miejscach w publicznych dyskusjach stawiają

efektywność wydatkowania pieniędzy podatników. W takich dyskusjach natychmiast pojawiły się pytania typu: jak mierzyć postęp w edukacji?

W odpowiedzi na te pytania powstał **program osiągnięć koniecznych** (*Minimum competency programs*) jako pewien zbiór wymagań stawianych szkołom po to, aby ich absolwenci mogli podołać podstawowym zadaniom w dorosłym życiu. Na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych zgromadzono tak wiele doświadczeń, że można było całociowo ocenić skuteczność tego programu. Przeważały oceny krytyczne, że to, co w teorii planowano jako minimum, w praktyce okazało się maksimum. Nie pomogły usprawiedliwienia typu, że w czasie realizacji tego programu społeczeństwo amerykańskie przeszło prawdziwą rewolucję obyczajową (rosnąca gwałtownie liczba rozbitych rodzin, napływ imigrantów, zmiany wzorców zachowań itp.).

W 2001 zaproponowano nowy program pod nazwą „**Żadne dziecko nie zostaje w tyle**” (*No Child Left Behind*), który w odróżnieniu od poprzedniego jest bardzo konkretny: w ciągu 12 lat każdy uczeń powinien osiąść umiejętności na poziomie wyższym niż elementarny, przy czym program definiuje poziomy realizacji tego celu dla każdego z 12 lat jego realizacji. Finansowanie poszczególnych szkół z budżetu stanowego zależy od stopnia realizacji tego programu. Szkoły, które mają wieloletnie opóźnienia, są poddawane różnym ozdrowieńczym kuracjom. Na przykład, wiosną 2010 roku prasa donosiła o zwolnieniu dyrektora i 74 nauczycieli w jednej ze szkół w stanie Rhode Island.

W Polsce, od początku lat siedemdziesiątych (Komisja Szczepańskiego), podejmowane były próby mniej lub bardziej całociowej reformy naszego systemu edukacji. Wszystkie one zakończyły się, w ocenie autora, porażkami. Co więcej, ostatnie 20 lat to wyraźny regres nie tylko w nauczaniu postaw prospołecznych, ale też w nauczaniu przedmiotów ścisłych (wycofanie matematyki jako obowiązkowego przedmiotu na maturze), co natychmiast odbiło się na poziomie studiów wyższych. Ostatnio ta sprawa została naprawiona, ale straconych lat nikt nie wróci.

Zdobyte dotychczas doświadczenia podpowiadają, że szeroko rozumiana efektywność edukacji powinna być analizowana z wykorzystaniem najnowszych osiągnięć diagnostyki edukacyjnej i badań systemowych, omówionych powyżej. Mówiąc nieco obrazowo, z ekonomicznego i społecznego punktu widzenia lepiej więcej zainwestować w licea znajdujące się na tak zwanej głuchej prowincji (tereny po byłych Państwowym Gospodarstwach Rolnych, dzielnice miast o silnym wpływie marginesu społecznego itp.), które z trójkowych gimnazjalistów „robią” czwórkowo-piątkowych maturzystów, zamiast w renomowane licea w wielkich miastach, które „dają” takich samych maturzystów z piątkowych gimnazjalistów.

Efektywność inwestycji w kapitał ludzki na poziomie studiów wyższych rozpatrzmy z punktu widzenia maturzysty Janka Kowalskiego, który ukończył liceum (zdał maturę) i zastanawia się, czy warto studiować i przez cztery, pięć lat ponosić związane ze studiami koszta, czy też lepiej pójść do pracy jako pracownik ze średnim wykształceniem. Inaczej mówiąc, Janek Kowalski zastanawia się, po ilu latach jego nakłady (finansowe) się zwrócą. Jest to klasyczne

zagadnienie rozpatrywane w ekonomii i zarządzaniu. My rozpatrzymy tu jego bardzo uproszczoną wersję.

Niech W_w (W_s) oznacza średnie roczne wynagrodzenie po opodatkowaniu osoby z wykształceniem wyższym (średnim). Symbolem K_s oznaczmy średni roczny koszt studiów (koszty utrzymania, ewentualne czesne, koszty podręczników itp.). Jeżeli studia trwają t lat, to (**procentową**) **stopę zwrotu** p tej inwestycji obliczamy jako stosunek efektów do nakładów, tj.

$$p = \frac{W_w - W_s}{t(W_s + K_s)} \cdot 100\% \quad (14)$$

W liczniku (14) mamy oczekiwane efekty wynikające z faktu (założenia), że osoby z wyższym wykształceniem zarabiają więcej niż osoby kończące swoją edukację na maturze. Natomiast w mianowniku mamy łączne koszty studiów plus strata (teoretycznych) zarobków, jakie mógłby mieć student, gdyby zamiast na studia poszedł do pracy. Zatem poniesione nakłady zwrócą się po czasie T równym

$$T = \frac{100\%}{p} \quad (15)$$

7. Podsumowanie i rekomendacje

Kapitał finansowy (zasoby finansowe) i kapitał materialny naszego świata są i muszą być ograniczone, natomiast kapitał ludzki, rozumiany jako możliwości uczenia się, oraz kapitał społeczny, rozumiany jako możliwości coraz to lepiej zorganizowanej współpracy grup, społeczności i narodów, są nieograniczone i rosną szybko, szczególnie w erze Internetu. Parafrazując Forda, który praktycznie pokazał, że prości robotnicy mogą produkować bardzo skomplikowane/nowoczesne samochody, stawiamy tezę, że „szeregowi” nauczyciele mogą wychować/wykształcić geniuszy. Historia zna takie przypadki. Tak jak w przypadku KTP organizacja znaczy bardzo wiele, to w przypadku WTP **samoorganizacja jest bardzo, bardzo ważna**. Żyjemy w świecie wirtualnych taśm produkcyjnych, z których większość, według autora, jest źle zorganizowana.

Myśl tę możemy wyrazić jeszcze inaczej, parafrazując znane ideologiczne hasło jako: „**Kapitaliści ludzcy łączcie się!**”. Jak wynika z naszych rozważań, każdy z nas odpowiada za swój kapitał ludzki, za jego utrzymanie i rozwój, a więc jest kapitalistą szczególnego rodzaju. Współpraca takich kapitalistów, ich łączenie się np. na różnych WTP, tworzy kapitał społeczny danej grupy, społeczności czy narodu i właśnie ten kapitał społeczny jest kluczowym składnikiem szeroko rozumianego rozwoju społeczno-gospodarczego w globalnej gospodarce opartej na wiedzy.

Na podstawie naszych rozważań naszkicujemy trzy rekomendacje R1 – R3. Ich szersza prezentacja będzie przedmiotem przyszłych publikacji. Kolejność ma znaczenie.

R1: Jeden logicznie spójny system edukacji „Od domu do dyplomu”. Konsekwentnie, ewolucyjnie, krok po kroku należy budować jeden logicznie spójny system obejmujący edukację od przedszkola („dom”) do doktoratu („dyplom”). W tym systemie pojęcia kapitału ludzkiego i kapitału społecznego powinny odgrywać kluczową rolę.

R2: Dokładność pomiarów dydaktycznych. W tym systemie wszystkie egzaminy powinny tworzyć jedną spójną całość, w której wszystkie pomiary są dokonywane w tych samych jednostkach i z tą samą dokładnością. Egzaminy te powinny zachowywać równowagę pomiędzy centralizmem i regionalizmem, zarówno w konstrukcji, jak i w organizacji.

R3: Przejście od P1 do P2. Autor w pełni zdaję sobie sprawę, jak złożone i skomplikowane jest takie przejście, jednak prace nad nim, powinny rozpocząć się już teraz. Jesteśmy głęboko przekonani, iż WTP, zasada ortogonalności i pojęcie bliskości będą pomocne w tym działaniu.

Bibliografia:

1. Arrow, K.J. (1999) *Observations on Social Capital*, in Dasgupta and Serageldin, eds.
2. Chou, Y. K. (2006) *Three simple models of social capital and economic growth*, The Journal of Socio-Economics, **35**, 889-912.
3. Dasgupta, P. and Serageldin, I. (1999) *Social Capital: Multifaceted Perspective*, World Bank, Washington, DC.
4. Edvinsson, L. (2002) *Corporate Longitude*, Pearson Education, London.
5. Edvinsson, L. and Malone, M. S. (1997) *Intellectual Capital. The Proven Way to Establish your Company's Real Value by Measuring its Hidden Brainpower*, HarperBusiness, London; wyd. pol. *Kapitał intelektualny. Poznaj prawdziwą wartość swojego przedsiębiorstwa odnajdując jego ukryte korzenie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2001.
6. Lin, N. (2001) *Social capital: A theory of social structure and action*, Cambridge University Press, New York.
7. Li, P. P. (2007) *Social tie, social capital, and social behavior: Toward an integrative model of informal exchange*, "Asia Pacific J. Management", **24**, s.227-246.
8. Niemierko, B. (2009a) *Diagnostyka edukacyjna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
9. Niemierko, B. (2009b) *Zachodni wiatr w edukacji. Od unijnego prelegenta do wspólnych badań*, Referat na XV Konferencję Diagnostyki Edukacyjnej, Kielce, 4-6.12.2009.
10. Powar, M. (2006) 'Social' 'capital', The Social Science Journal, **43**, 211-226.
11. Putnam, R. D. (2000) *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*, Simon and Schuster, New York; polski przekład *Samotna gra w kręgle. Upadek i odrodzenie wspólnot lokalnych w Stanach Zjednoczonych*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Kraków, 2008.
12. Sobel, J. (2002) *Can We Trust Social Capital?*, Journal of Economic Literature, **XL**, pp139-154.
13. Solow, R.M. (1999) *Notes on Social Capital and Economic Performance*, in Dasgupta and Serageldin eds.

14. Walukiewicz, S. (2006a) *Systems Analysis of Social Capital at the Firm Level*, Working Paper WP-1-2006, Systems Research Institute, Warsaw.
15. Walukiewicz, S. (2006b) *Trzy modele do analizy kapitału społecznego*, [w:] "BOS 2006 Wiedza systemowa", pod red. Stachowicz J., Straszak A., Walukiewicz S., 25-40.
16. Walukiewicz, S. (2007) *Four Forms of Capital and Proximity*, Working Paper WP-3-2007, Systems Research Institute, Warsaw.
17. Walukiewicz, S. (2008a) *Piękno liczby cztery (w naukach społecznych)*, Working Paper WP-2-2008, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
18. Walukiewicz, S. (2008b) *The Dimensionality of Capital and Proximity*, Proceedings of ERSA 2008, Liverpool, August 27-30, 2008.
19. Walukiewicz, S. (2009a) *Zasada Ortogonalności i przykłady jej zastosowań*, [w:] *Modelowanie preferencji a ryzyko '09*, pod red. Trzaskalik, T., s. 279-302.
20. Walukiewicz, S. (2009b) *The Orthogonality Principle*, Proceedings of ERSA 2009, Łódź, August 25-29, 2009.
21. Walukiewicz, S. (2010) *WP5: Kapitał ludzki*, Skrypt akademicki napisany w ramach grantu UDA-POKL.04.02.00-083/08-00 „Kapitał ludzki i kapitał społeczny jako nowe przedmioty akademickie”, przyznanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
22. Walukiewicz, S. and Wiktorzak A.A., (2009) *Human and Social Capital in Education*, Proceedings of ERSA 2009, Łódź, August 25-29, 2009.
23. Wiktorzak, A. A. (2009) *Analiza systemowa i obliczenia inteligentne w modelowaniu kapitału ludzkiego i społecznego na przykładzie szkoły ponadgimnazjalnej*, (in Polish), Rozprawa doktorska, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.